

**VARIASI GENETIK POHON FOKSTEIL  
PINUS MERKUSII  
JUNGH. et de VRIESE DI PULAU JAWA  
(GENETIC VARIATION IN FOXTAILING  
TREES OF PINUS MERKUSII  
JUNGH. et de VRIESE IN JAVA)**

Oleh:

**Oemi Hani'in Suseno <sup>(\*)</sup>**

**ABSTRACT**

One of the most striking defects of the majority of *Pinus merkusii* plantations in Indonesia is the existence of foxtailing trees. Foxtailing, a striking form of apical dominance, produces trees with several meter of branchless stem.

This paper attempts to present the genetic information in frequency of foxtailing trees on *Pinus merkusii* in Java. The study was done on 6 years old of *Pinus merkusii* half-sib progeny test experiment in Cijambu – Sumedang, Baturaden and Sempolan – Jember. The experiment contained 176 families arranged in a randomized complete block design, five tree-row plots, and replicated ten times for each site.

There were highly significant differences in number of foxtailing trees among the off-spring of different families, families within types or regions for each plantation and combined plantations. The frequency of foxtailing trees decreases as the altitude of plantation site increases. There were interactions between families and sites.

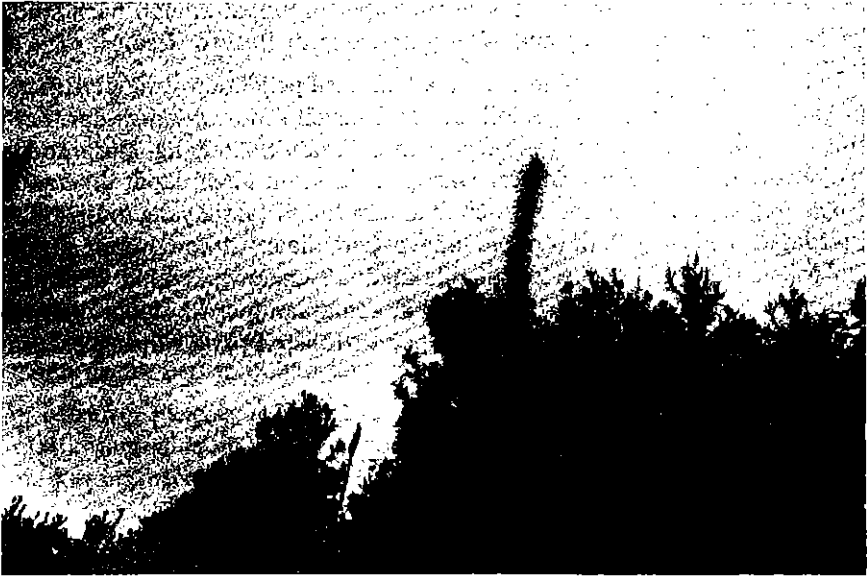
The narrow sense family heritabilities for foxtailing were 0,00; 0,41; 0,56 and 0,27 in Sumedang, Baturaden, Jember and combined plantations, respectively. This finding substantiates that the frequency of foxtailing trees on *Pinus merkusii* is not strongly under genetic control.

The existence of genetic variation for foxtailing trees indicates that genetic improvement for this character is feasible and the method which may be effective is family selection. The expected genetic gain for the frequency of foxtailing trees on *Pinus merkusii* was high.

<sup>(\*)</sup> Staf Pengajar Jurusan Budidaya Hutan Fakultas UGM.

## PENDAHULUAN

Salah satu sifat yang menarik pada hutan tanaman *Pinus merkusii* di Indonesia ialah adanya beberapa pohon yang mempunyai buntut baling pada ujung tunas terminal, yang lebih dikenal dengan sebutan foksteil ("foxtail"). Pohon-pohon pinus yang menunjukkan adanya gejala foksteil disebut pohon foksteil dan umumnya dijumpai pada jenis pinus daerah tropis.



Gambar 1. Pohon foksteil *Pinus merkusii* (A)

Pohon pinus foksteil terjadi karena pohon tidak tumbuh normal. Pohon pinus yang tumbuh normal mempunyai sistem percabangan sedemikian rupa sehingga bentuk tajuk tampak seperti kerucut. Sedang pohon foksteil tidak berhasil membentuk kuncup dengan cabang-cabang lateral sehingga tunas batang tumbuh meninggi dengan ukuran biasa panjang tanpa ada cabang seperti pada Gambar 1 (Kozłowski dan Greathouse, 1970; Kramer dan Kozłowski, 1979).

Pada umumnya para rimbawan tidak menyukai pohon pinus foksteil, karena ada kecenderungan batangnya mudah patah oleh angin; pertumbuhan diameter berkurang; tidak terbentuk kayu akhir atau 'latewood'; terdapat kayu tekan ("compression wood") dan produksi biji terbatas. Dilain pihak, suatu saat mungkin pohon pinus foksteil lebih disenangi mengingat batang pohon foksteil dapat mencapai ukuran panjang tanpa cabang, yang berarti batang pohon pinus bebas dari adanya cacat karena mata kayu (Kozłowski dan Greathouse, 1970).

Menurut Kramer dan Kozłowski (1979), gejala foksteil pada pohon-pohon pinus di daerah tropis merupakan fenomena pertumbuhan yang diwariskan yang

penampilannya sangat dipengaruhi oleh faktor tapak dan iklim. Ini berarti baik faktor genetik maupun lingkungan mengendalikan penampilan foksteil. Apabila faktor genetik mengendalikan pohon foksteil dan terdapat variasi genetik di antara famili yang diuji maka usaha pemuliaan untuk memperoleh atau menghindari pohon *Pinus merkusii* foksteil dapat dilakukan. Kozlowski dan Greathouse (1970) tidak menyebutkan berapa besar kontribusi faktor genetik pada pohon foksteil ini untuk sesuatu jenis pinus. Satu-satunya informasi genetik pohon foksteil yang pada saat ini dapat dijumpai adalah hasil studi Ledig dan Whitmore (1981) pada *Pinus caribaea* di Puerto Rico.

Dalam kertas kerja ini akan disampaikan hasil penelitian yang bertujuan untuk memperoleh informasi genetik pohon foksteil *Pinus merkusii* dari per-tanaman uji keturunan ("progeny test") di Cijambu-Sumedang, Baturaden-Purwokerto dan Sempolan-Jember. Dari penelitian ini akan dapat diketahui besarnya variasi genetik pohon foksteil di antara famili-famili yang diuji. Apabila terdapat variasi genetik, maka upaya pemuliaan pohon hutan untuk pohon foksteil dengan seleksi dapat dilakukan. Dengan diketahui besarnya varians genetik, maka nilai heritabilitas dan kemajuan genetik dapat ditaksir dan metode pemuliaan pohon terhadap pohon foksteil pada *Pinus merkusii* dapat ditentukan.

## TINJAUAN PUSTAKA

Pohon pinus yang tumbuh normal, pada tunas batang terdapat cabang-cabang lateral yang melingkari batang sedemikian rupa sehingga pada batang pohon terdapat ruas-ruas batang dan bentuk tajuk pinus menyerupai kerucut. Di antara pohon-pohon pinus yang tumbuh tidak normal, ada yang tunas batangnya tumbuh meninggi terus tanpa membentuk cabang lateral. Lloyd dalam tulisannya tahun 1914 melukiskan pertumbuhan semacam ini sebagai "foxtailing" karena bagian atas tunas yang tidak normal itu mempunyai penampilan mirip "foxtail" (Kramer and Kozlowski, 1979).

Gejala foksteil merupakan bentuk dominasi apikal, yang seringkali membentuk pohon-pohon dengan batang sampai setinggi 6 - 12 meter tanpa bercabang (Greathous and Kozlowski, 1970). Menurut Wright (1976), batang pokok pohon foksteil tumbuh tanpa cabang berlangsung beberapa tahun secara berturut-turut.

Beberapa studi mengenai pohon foksteil telah dilakukan di beberapa negara, terutama untuk *Pinus caribaea* sebagai pohon eksotik (Slee dan Nikles, 1968; Kozlowski dan Greathouse, 1970; Selkh-Ibrahim dan Greathouse 1972, Wright, 1976; Tho, 1979; Whyte, Adam dan McEwen, 1980; Ledig dan Whitmore, 1981; Moh. Natsir, 1983; Zakaria, 1983). Walaupun studi mengenai pohon foksteil telah banyak dilakukan, tetapi informasi genetik hanya dapat dijumpai pada tulisan Ledig dan Whitmore (1981) pada *P. caribaea*.

Di antara jenis pohon pinus adanya foksteil telah dilaporkan pada *P. canariensis*, *P. caribaea*, *P. cembroides*, *P. eliottii*, *P. kesiya*, *P. merkusii*, *P. oocarpa*, *P. palustris*, *P. radiata*, *P. taeda* dan *P. tropicalis* (Kramer dan Kozlowski, 1979).

Menurut Kozlowski dan Greathouse (1970), sifat foksteil pohon pinus daerah tropis merupakan fenomena pertumbuhan yang diwariskan dan ekspresinya sangat dimodifikasi oleh tapak dan faktor-faktor lingkungan lain.

Di Malaysia, jumlah pohon foksteil pada *Pinus caribaea* var. *hondurensis* sangat berbeda dari tempat satu ke tempat lain. Di beberapa tempat yang rendah di mana suhu secara konsisten tinggi, banyak dijumpai pohon foksteil. Sedang di tempat tinggi seperti Cameron dengan ketinggian 1.520 m di atas permukaan laut, pohon foksteil lebih sedikit jumlahnya (Kozlowski dan Greathouse, 1970). Di Afrika Selatan, Lückhoff (1964) menjumpai pohon foksteil pada *P. caribaea* yang lebih sedikit jumlahnya di tempat dengan altitudinal dan latitudinal yang tinggi daripada yang rendah. Di Queensland, Slee dan Nikles (1968) mencatat jumlah pohon foksteil *P. caribaea* di Beerwah lebih banyak daripada di Bowenia; di mana Beerwah memiliki kondisi lingkungan untuk pertumbuhan jenis pohon tersebut lebih baik.

Menurut Fielding (1960) *P. radiata* di Australia dengan kondisi iklim bermusim dijumpai lebih sedikit pohon foksteil daripada di Hawaii dengan iklim yang kurang bermusim.

Di Australia, pertanaman *P. caribaea* var. *hondurensis* mempunyai frekuensi pohon foksteil lebih banyak daripada pertanaman *P. caribaea* var. *caribaea* atau *bahanensis*. Keturunan pohon induk *P. caribaea* var. *hondurensis* hasil seleksi, didapati jumlah pohon foksteil lebih sedikit daripada keturunan pohon induk bukan hasil seleksi (Slee and Nikles, 1968). Dari hasil komunikasi dengan Nikles oleh Greathouse dan Kozlowski (1970) dilaporkan bahwa pengurangan jumlah pohon foksteil di Australia dapat dicapai dengan seleksi fenotipik secara intensif yang kemudian diikuti dengan seleksi uji keturunan. Walaupun demikian informasi genetik lebih lanjut tidak disebutkan.

Satu-satunya publikasi yang memberikan informasi genetik karakter foksteil adalah tulisan Ledig dan Whitmore (1970) pada *P. caribaea* di Puerto Rico. Estimasi nilai heritabilitas, baik individu maupun famili dalam arti sempit telah dilakukan terhadap pertanaman uji keturunan half-sib umur 8 tahun yang menggunakan 16 famili, plot 4 pohon, 12 blok, di Puerto Rico satu tempat, jarak tanam  $3 \times 3$  m. Salah satu karakter yang diukur dan dianalisis adalah pohon foksteil dan hasil taksiran nilai heritabilitas individu serta famili masing-masing adalah 0,17 dan 0,65.

## METODE PENELITIAN

Uji keturunan "half-sib" dilakukan dengan menggunakan 176 pohon induk tanpa foksteil yang diseleksi dari hutan *Pinus merkusii* di Jawa Timur dan Jawa Tengah. Rancangan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap berblok, dengan plot bentuk baris terdiri dari 5 pohon, 10 blok, jarak tanam  $4 \times 4$  m. Uji keturunan dilakukan di tiga lokasi: Cijambu-Sumedang, Baturaden-Purwokerto dan Sempolan-Jember dengan kondisi tapak seperti tercantum dalam Tabel 1.

Pertanaman uji keturunan "half-sib" dibangun dalam tahun 1978 dengan mengikuti metode yang dilukiskan oleh Wright (1970a; 1970b; 1975). Pengamatan terhadap adanya gejala foksteil dilakukan setelah pertanaman berumur 6 tahun. Metode pengamatan dan pencatatan data mengikuti metode Wright (1970b, 1976). Pengukuran frekuensi pohon foksteil dilakukan dengan mencatat jumlah pohon foksteil dalam setiap plot.

Tabel 1. Kondisi Tapak Uji Keturunan *Pinus merkusii*

Kondisi	Cijambu Sumedang Jawa Barat	Baturaden Purwokerto Jawa Tengah	Sempolan Jember Jawa Timur
Bujur Timur	107° . 45'	108° . 73'	113° . 52'
Lintang Selatan	6° . 52'	6° . 79'	7° . 67'
Tinggi tempat (meter dpl)	1.200	725	500
Tipe iklim (Schmidt & Ferguson)	A	A	B
Tanah	Regosol	Andosol	Regosol
Topografi (Kelerengan %)	70	10	0

Data dianalisis dengan menggunakan analisis varians baik untuk masing-masing pertanaman maupun untuk kombinasi ketiga pertanaman (multi plantations). Data jumlah pohon foksteil dianalisis atas dasar rata-rata jumlah pohon foksteil di dalam plot.

Estimasi nilai heritabilitas dilakukan berdasarkan rata-rata famili, dihitung mengikuti rumus Wright (1976):

$$h_f^2 = \frac{\sigma^2 f}{\sigma^2 f + \frac{2}{\sigma} e/B} \text{ untuk satu pertanaman}$$

$$h_f^2 = \frac{\sigma^2 f}{\sigma^2 f + \sigma^2 e/BP + \sigma^2 fp/P} \text{ untuk pertanaman kombinasi ("multi plantations")}$$

dimana  $h_f^2$  = heritabilitas arti sempit dari rata-rata famili

$\sigma^2 f$  = komponen varians famili

$\sigma^2 e$  = komponen varians error

B = jumlah replikasi setiap pertanaman

P = jumlah pertanaman

$\sigma^2 fp$  = komponen varians interaksi famili - pertanaman

Estimasi kemajuan genetik ("genetic gain") menggunakan rumus (Wright, 1976; Zobel & Talbert, 1984):

$$G = h_f^2 i \sigma p$$

dimana G = Kemajuan genetik ("Genetic gain")

i = intensitas seleksi (Becker, 1984)

$\sigma p$  = standar deviasi fenotip untuk famili rata-rata.

## HASIL DAN DISKUSI

Pada umumnya genus *Pinus* di daerah sedang, dan *Pinus merkusii* yang tumbuh di Muangtai, setiap tahun hanya membentuk satu ruas batang saja dan dikenal dengan sebutan "uninodal" (Cooling, 1968). Di Indonesia jenis ini dapat membentuk ruas batang lebih dari satu dan termasuk "multinodal". Dari ketiga pertanaman uji keturunan *Pinus merkusii* (Cijambu-Sumedang, Baturaden dan Sempolan-Jember) pada umur 6 tahun pohon *Pinus merkusii* dapat membentuk 17 - 20 ruas. Rata-rata setiap tahun dapat membentuk 3 ruas batang. Pohon-pohon foksteil dengan ukuran ruas dan pucuk batang tanpa cabang yang luar biasa panjang dijumpai di ketiga pertanaman. Data pengamatan pohon foksteil diringkas dan hasilnya disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Jumlah Pohon Foksteil di Tiga Pertanaman Uji Keturunan *Pinus merkusii* Umur Enam Tahun.

Tempat asal atau Tipe pohon induk	Frekuensi pohon foksteil (% jumlah keturunan dari pohon induk)			
	Cijambu Sumedang	Baturaden Purwokerto	Sempolan Jember	Pertanaman Kombinasi
Jawa Tengah	0,5	4,9	19,7	8,4
Jawa Timur	0,3	4,3	19,6	8,0
Diseleksi	0,4	4,5	19,1	8,0
Rata-rata	0,5	4,6	21,2	8,8

Keturunan dari pohon-pohon yang diseleksi mempunyai jumlah pohon-pohon foksteil sedikit lebih rendah daripada pohon rata-rata pada setiap pertanaman. Keturunan pohon rata-rata didapati pohon foksteil sebanyak 25,0; 2,2; 11,0 dan 10,0% di atas jumlah pohon foksteil keturunan pohon-pohon yang diseleksi masing-masing untuk pertanaman di Cijambu Sumedang, Baturaden, Sempolan-Jember dan semua pertanaman. Keturunan pohon-pohon induk yang berasal dari Jawa Tengah mempunyai frekuensi pohon foksteil lebih tinggi daripada keturunan pohon-pohon induk yang berasal dari Jawa Timur. Keturunan pohon-pohon induk yang berasal dari Jawa Tengah mempunyai frekuensi foksteil sebesar 57,0; 14,0; 0,5 dan 5,0% di atas jumlah pohon foksteil keturunan pohon induk yang berasal dari Jawa Timur masing-masing untuk pertanaman di Cijambu-Sumedang, Baturaden, Sempolan-Jember dan kombinasi. Uji Keturunan di Sempolan-Jember memperlihatkan frekuensi pohon foksteil paling tinggi, yaitu 19,1%, sedangkan uji keturunan di Sumedang memperlihatkan adanya pohon-pohon foksteil yang paling sedikit: 0,4%. Frekuensi pohon foksteil di pertanaman Baturaden sebesar 4,5% dan frekuensi rata-rata pohon foksteil untuk seluruh pertanaman sebesar 8,2%.

Analisis varians jumlah pohon foksteil untuk masing-masing pertanaman dan kombinasi dari semua pertanaman telah dilakukan yang hasilnya disajikan pada Tabel 3 dan 4.

Dari Tabel 3 dan 4 tersebut jelas tampak adanya perbedaan yang signifikan jumlah pohon foksteil antara keturunan berbagai famili, antara famili di dalam tempat asal pohon induk atau di dalam tipe famili setiap pertanaman dan pertanaman kombinasi. Tidak ada perbedaan yang nyata antara famili antar tempat asal atau antar macam tipe famili. Perbedaan jumlah pohon foksteil antar lokasi pertanaman sangat signifikan. Pada pertanaman uji keturunan unsur enam tahun, sudah dapat dideteksi interaksi antara famili-lokasi.

Tabel 3. Analisis Varians Jumlah Pohon Fokstell dari Masing-Masing Tiga Pertanaman *P. merkusii* Umur Enam Tahun.

Sumber Variasi	DB	Nilai - F			Kwadrat Tengah Harapan
		Sumedang	Baturaden	Jember,	
Famili	175	1,00**	1,57**	2,44**	$\sigma^2 e + 10 \sigma^2 f$
- Antar tipe	1	0,00ts	0,02ts	1,51	$\sigma^2 e + 10 \sigma^2 dt + 10 t \sigma^2 at'$
- Dalam tipe	174	1,00**	1,57**	2,45**	$\sigma^2 e + 10 \sigma^2 dt$
- Antar wilayah	1	2,33ts	0,82ts	0,00t	$\sigma^2 e + 10 \sigma^2 dw + 10 w \sigma^2 aw$
- Dalam wilayah	174	1,00**	1,57**	1,47**	$\sigma^2 e + 10 \sigma^2 dw$
Replikasi	9	4,33**	13,07**	54,64**	$\sigma^2 e + 176 \sigma^2 b$
Error	lihat catatan				$\sigma^2 e$

**Catatan:**

- \*\* = signifikan pada taraf uji 0,01
- ts = tidak signifikan
- Derajat bebas error pertanaman Sumedang, Baturaden dan Jember berturut-turut 1504, 1399 dan 1466
- t dan w = jumlah rata-rata harmonik famili antar tipe dan antar wilayah masing-masing 106,9; 109,6; 108,2 dan 86,5; 88,0; 88,4 untuk pertanaman Sumedang, Baturaden dan Jember.



Tabel 4. Analisis Varians Jumlah Pohon Foksteil untuk Kombinasi Tiga Pertanaman *P. merkusii* Umur Enam Tahun

Sumber Variasi	DB	Kuadrat Tengah	Kuadrat Tengah Harapan
Pertanaman	2	25,52**	$\sigma^2 e + 10 \sigma^2 fp + 176 \sigma^2 b + 176 \sigma^2 p$
Rep. (Pert.)	27	22,63**	$\sigma^2 e + 10 \sigma^2 fp + 176 \sigma^2 b$
Families	175	1,42**	$\sigma^2 e + 10 \sigma^2 fp + 30 \sigma^2 f$
- Antar tipe	1	1,21ts	$\sigma^2 e + 10 \sigma^2 fp + 30 \sigma^2 at + 30 t^2 at$
- Dalam tipe	174	1,42**	$\sigma^2 e + 10 \sigma^2 fp + 30 \sigma^2 dt$
- Antar wilayah	1	0,27ts	$\sigma^2 e + 10 \sigma^2 fp + 30 \sigma^2 dw + 30 w \sigma^2 aw$
- Dalam wilayah	174	1,44**	$\sigma^2 e + 10 \sigma^2 fp + 30 \sigma^2 dw$
Fam. $\times$ Pert. 350		1,98**	$\sigma^2 e + 10 \sigma^2 fp$
Error	4369	0,43	$\sigma^2 e$

**Catatan**

- \*\* = signifikan pada taraf uji 0,01
- ts = tidak signifikan
- t dan w = jumlah rata-rata harmonik famili antar tipe dan famili antar wilayah masing-masing ada 108,4 dan 88,3.

Perbedaan jumlah pohon foksteil antar lokasi nampaknya berasosiasi dengan tinggi tempat di atas permukaan laut atau altitudinal. Dari tiga lokasi uji, lokasi pertanaman uji keturunan di Jember adalah yang paling rendah dari atas permukaan laut dan ternyata memiliki frekuensi pohon foksteil yang paling banyak. Makin tinggi lokasi pertanaman uji keturunan, makin berkurang frekuensi pohon-pohon foksteil. Hasil yang sama telah dilaporkan oleh Kozlowski dan Greathouse (1970) pada jenis *Pinus caribaea*. Di Malaysia, jumlah pohon foksteil pada *Pinus caribaea* cenderung meningkat pada tapak lahan yang rendah elevansinya (sampai 40%) dan berkurang pada elevasi yang lebih tinggi. Juga di Afrika Selatan tampak adanya kecenderungan frekuensi pohon-pohon foksteil *Pinus caribaea* berkurang pada elevasi dan latitudinal tinggi dengan suhu udara yang sejuk.

Kontribusi setiap sumber variasi terhadap variasi total dalam frekuensi pohon foksteil untuk setiap pertanaman dan semua pertanaman pada per-

tanaman uji keturunan umur enam tahun juga dilakukan estimasi, yang hasilnya disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Estimasi Komponen Varians Jumlah Frekuensi Pohon Foksteil pada Umur Enam Tahun di Tiga Pertanaman Masing-masing dan Kombinasi

Sumber Variasi	Estimasi Komponen (% total)			
	Cijambu Sumedang	Baturaden Purwokerto	Sempolan Jember	Kombinasi
Lokasi pertanaman				30,1
Replikasi	0,0	6,3	21,0	12,0
Famili	0,0	6,3	9,8	1,2
Famili x Lokasi Pertanaman				4,8
Error	100	87,4	69,2	51,9
	100	100	100	100

Dari Tabel 5 di atas, tampak jelas bahwa kontribusi varians famili terhadap variasi total frekuensi pohon foksteil ini rendah, yaitu 6,2 dan 9,8% masing-masing untuk pertanaman Baturaden dan Jember. Dari hasil analisis kombinasi 3 pertanaman menunjukkan bahwa kontribusi varians famili dalam frekuensi pohon foksteil terhadap varians total paling rendah dibanding dengan sumber variasi lain. Interaksi famili x lokasi pertanaman juga rendah (4,8%). Varians lokasi pertanaman dan error merupakan sumber variasi yang utama.

Nilai estimasi komponen varians kemudian digunakan untuk menghitung heritabilitas. Konsep heritabilitas bagi seorang pemulia adalah penting karena konsep ini dikembangkan untuk dapat merencanakan program pemuliaan secara rasional (Morgenstern *et al.*, 1975). Estimasi heritabilitas sesuatu karakter yang bersifat metrik, pada umumnya digunakan sebagai pemandu kearah besarnya perbaikan genetik yang mungkin dapat diperoleh. Estimasi heritabilitas juga berguna sebagai petunjuk derajat hubungan antara fenotip dan genotip atau seberapa jauh fenotip dapat digunakan sebagai suatu kriteria seleksi (Falconer, 1970). Dengan istilah sederhana, heritabilitas dapat diartikan perbandingan antara varians genetik terhadap varians total (fenotipik) dalam suatu populasi.

Hasil perhitungan heritabilitas dalam arti sempit dari rata-rata famili untuk sifat frekuensi pohon foksteil adalah 0,00; 0,41; 0,56 masing-masing untuk pertanaman Cijambu-Sumedang, Baturaden-Purwokerto dan Sempolan-

Jember. Sedang untuk kombinasi tiga pertanaman hasilnya 0,27. Nilai heritabilitas frekuensi pohon foksteil untuk pertanaman di Baturaden dan Sempolan-Jember, termasuk sedang dan nilai ini berkurang untuk kombinasi ketiga pertanaman. Hal ini mungkin disebabkan adanya kovarians interaksi antara lokasi pertanaman dan famili yang cukup besar sehingga menurunkan nilai heritabilitas.

Melihat hasil estimasi heritabilitas uji keturunan *Pinus merkusii* di Baturaden dan Sempolan-Jember, menunjukkan bahwa upaya mengurangi jumlah pohon foksteil dapat dilakukan dengan seleksi. Dari hasil penelitiannya terhadap *Pinus caribaea* Slee dan Nikles (1968) melaporkan bahwa frekuensi pohon-pohon foksteil keturunan pohon-pohon induk yang tidak diseleksi, lebih tinggi daripada keturunan dari pohon-pohon induk yang diseleksi. Hal ini menunjukkan bahwa seleksi untuk sifat foksteil cukup efektif. Dalam laporan penelitian tersebut tidak dijumpai estimasi heritabilitas frekuensi pohon foksteil. Satu-satunya studi heritabilitas pohon foksteil yang telah dilakukan selama ini hanya pada *Pinus caribaea* di Poerto Rico oleh Ledig dan Whitmore (1981). Dalam studi tersebut dijumpai nilai heritabilitas rata-rata famili untuk pohon foksteil sebesar 0,65 pada umur 8 tahun, yang berarti sedikit lebih tinggi daripada hasil yang dilaporkan dalam penelitian ini pada *Pinus merkusii* berumur 6 tahun. Nilai heritabilitas untuk sesuatu sifat dari jenis pohon tertentu tidak selalu sama, ditentukan oleh tempat dan umur (Wright, 1976; Zobel & Talbert, 1984).

Taksiran kemajuan genetik dengan menggunakan intensitas seleksi 0,10 untuk frekuensi pohon foksteil pada *Pinus merkusii* cukup tinggi, yaitu 22,91%. Dengan melakukan seleksi dan mempertahankan 10% dari jumlah famili yang diuji, diharapkan akan diperoleh pengurangan frekuensi pohon foksteil hampir seperempat dari jumlah sebelum diseleksi. Hasil taksiran kemajuan genetik frekuensi pohon foksteil pada *Pinus merkusii* yang tinggi ini menunjukkan bahwa seleksi pohon dengan tujuan mengurangi frekuensi pohon foksteil adalah dimungkinkan dan oleh karena taksiran nilai heritabilitas tidak tinggi, maka metode seleksi yang efektif adalah seleksi famili.

## KESIMPULAN

1. Terdapat variasi genetik di antara famili yang diuji baik hasil analisis setiap pertanaman maupun kombinasi ketiga pertanaman.
2. Frekuensi pohon foksteil keturunan pohon induk yang berasal dari Jawa Timur lebih rendah daripada keturunan pohon induk berasal dari Jawa Tengah.
3. Makin rendah lokasi pertanaman, makin tinggi frekuensi pohon foksteil. Frekuensi pohon foksteil yang paling tinggi (19,6%) dijumpai di per-

tanaman Sempolan-Jember dengan tinggi tempat 500 m dpl, disusul pertanaman Baturaden (4,6%) dengan tinggi tempat 725 m dpl dan yang paling rendah adalah pertanaman di Cijambu-Sumedang 0,4% dengan tinggi tempat 1.200 m dpl.

4. Terdapat interaksi antara famili dan lokasi pertanaman.
5. Dari hasil analisis kombinasi ketiga pertanaman menunjukkan bahwa komponen varians famili terhadap varians total adalah kecil (1,2%), sedangkan komponen varians lokasi ternyata cukup besar (30,1%).
6. Taksiran nilai heritabilitas dalam arti sempit untuk frekuensi pohon foksteil hasil analisis masing-masing pertanaman adalah 0,0, 0,41 dan 0,56 berturut-turut untuk Cijambu-Sumedang, Baturaden dan Sempolan-Jember; sedangkan nilai heritabilitas dari analisis kombinasi ketiga pertanaman adalah 0,27.
7. Hasil taksiran kemajuan genetik ("Genetic Gain") cukup besar. Apabila dilakukan seleksi pohon dengan intensitas seleksi 10%, maka kemajuan genetik ditaksir sebesar 22,91%.
8. Berdasarkan hasil taksiran nilai heritabilitas dan kemajuan genetik, upaya untuk mengurangi frekuensi pohon foksteil dapat dilakukan dengan pemuliaan pohon dan metode pemuliaan yang efektif adalah metode seleksi famili.

### DAFTAR PUSTAKA

- Becker, W. A. 1984. Manual of Procedure in Quantitative Genetics. Washington State University Bookstore, Pullman.
- Cooling, E. N. 1968. Fast Growing Timber Trees of the Low Land Tropics. No. 4. CFI. *Pinus merkusii* Commonwealth Forestry Institute. Dept. of Forestry. Univ. of Oxford.
- Falconer, O. S. 1970. Introduction to Quantitative Genetics. Ronald Press. New York.
- Fielding, J. M. 1960. Branching and Flowering Characteristics of Monterey Pine. Forestry and Timber Bureau, Bulletin 37 Camberra.
- Kozlowski, T. T. and T. E. Greathous. 1970. Shoot Growth and Form of Pines in the Tropics. *Unasyvla* 24 (2): 99.
- Kramer, P. J. and T. T. Kowzowski. 1979. Physiology of Woody plants. Academic Press. New York. San Francisco. London.
- Ledig, F. T. and J. C. Whitmore, 1981. Heritability and Genetic Correlation for Volume, Foxtail and other Characteristics of Caribbean Pine in Puerto Rico. *Silvae Genetica*. 30: 88-92.

- Lückhoff, H. A. 1964. The Natural Distribution Growth and Botanical of *Pinus carabaea* Mor. and its Cultivation in South Africa. Ann. Univ Stellenbosh, 39.
- Moh. Nasir, A.H. 1983. A study on the Foxtail Behaviour on *Pinus caribaea*. Thesis Faculty of Forestry. Agricultural Univ. Malaysia in For. Abst. Vol. 44. No. 5.
- Morgenstern, E. K, H. J. Holst, A. H. Teich and C. W. Yeatman. 1975. Plus Tree Selection: Review and Outlook. Dept. Env. Can. For. Serv. Pub. No. 1347. Ottawa.
- Seikh-Ibrahim and T. E. Greathouse. 1972. Foxtailing in Exotic Pines. Preliminary Result of a Study in West Malaysia. Malay. Forester 35 (1): 17-23.
- Slee, M, U. and D. G. Nikles. 1968. Variability of *Pinus caribaea* in Young Queensland Plantations. Proc. ninth Commonwealth for. Conf.
- Tho, J.P. 1979. A note on Foxtailing and Multiple Leaders in Exotic Pines at the Bahan Experimental Pine Plantations. Malay. Forester 42 (3): 255-258.
- Whyte, A. G. D., P. M. Adam and S. E. Mc Ewen, 1980. Foxtailing of *Pinus caribaea* var. *Hondurensis* in Fiji, Frequency, Distribution of Occurence and Wood Properties. Forest Ecology and Management, 3. Elsevier Scientific Publishing Co. Amsterdam.
- Wright, J. W., 1970a. Quicker methods of Establishing Forest Genetics Test Plantation. *Silvae Genetica* 19 (1); 1-4.
- 1970b. An Improved Record System for Forest Genetics Nursery and Plantation studies. *Silvae Genetica* 19: 64-68.
- 1975. Progeny testing in Practical Tree Improvement. Proc. 15th meeting of Conf. Tree Impr. Ass. 32-43.
- 1976. Introduction to Forest Genetics. Academic Press. New York. San Francisco. London.
- Zakaria, 1985. Foxtailing of *Pinus caribaea* var. *Hondurensis* in Peninsular Malaysia. Thesis M. F. For. Abstr. Vo. 46, No. 10.
- Zobel, B. J. and J. T. Talbert, 1984. Applied Forest Tree Improvement. John Willey & Sons. New York. Chichester. Brisbane. Toronto. Singapore.